

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПАССАЖИРСКИМИ ПЕРЕВОЗКАМИ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ КРУПНОГО ГОРОДА

В. Н. Богумил, Д. Б. Ефименко

ЗАО «НПП Транснавигация», Московский автомобильно-дорожный институт
г. Москва

Авторы исследований транспортных потоков отмечают, что современное общество нуждается в постоянном увеличении объема транспортного сообщения, повышении его надежности, безопасности и качества [1, 2, 3, 4]. Бурный рост автомобилизации в нашей стране привел к резкому возрастанию величины транспортного потока, который ведет себя нестабильно и многообразно. В результате обостряется противоречие между возрастающей потребностью населения в качественных транспортных услугах и ограниченными возможностями их реализации, особенно в крупных городах. Разрешение данного противоречия как у нас в стране, так и за рубежом осуществляется в последние десятилетия на основе разработки и внедрения специализированных общегородских систем управления транспортными потоками, использующих терминальные технические средства – детекторы, камеры видеонаблюдения и другие устройства, которые устанавливаются на главных магистральных дорогах и в наиболее напряженных точках улично-дорожной сети. Характерными зарубежными примерами могут служить проект управления главными магистралями города Лас-Вегас (США) [6], проект управления окружной скоростной дорогой M25, проходящей вокруг города Лондона [7, 8]. В Москве такой системой является система «Старт» Центра телеавтоматического управления движением транспорта [5].

Основной причиной «медленного» развёртывания подобных автоматизированных систем управления является их сложность, масштабность, дороговизна. Их внедрение затрагивает многие элементы городской системы управления. Отрицательным фактором можно также считать быстрое моральное и физическое старение специализированной терминальной аппаратуры системы. Соответственно, резко возрастает потребность в альтернативных, а также - в любых дополни-

тельных источниках сетевой информации о состоянии транспортных потоков для повышения информированности систем управления дорожным движением, участников транспортных процессов и всех заинтересованных потребителей информации о состоянии дорожного движения [10].

Наиболее важной задачей здесь становится совершенствование средств и технологий сбора и анализа всей совокупности данных о состоянии транспортных потоков, получаемых из широкого спектра источников. Одним из таких источников исходных данных является обработанная специальным образом навигационная информация о движении на участках улично-дорожной сети транспортных средств городского пассажирского транспорта, работающего под контролем автоматизированной диспетчерской системы управления перевозками пассажиров.

В процессе анализа состояния вопроса изучен отечественный и зарубежный опыт исследования транспортных потоков. в частности, Проанализированы работы Гриншильдса Б, впервые в 30-х годах 20-го века описавшего аналитически фундаментальную кривую «скорость-плотность» для транспортного потока на одной полосе, Гринберга Х., установившего современный вид зависимостей «скорость-плотность», «скорость-интенсивность» для транспортного потока на одной полосе. Проанализированы монографии американских специалистов Хейта О., Дрю Д., обобщивших в 70-х годах прошлого века на современном по тому времени уровне состояние теории транспортных потоков.

Рассмотрены труды Луканина В.Н., Бабкова В.Ф., Сильянова В.В. и их учеников, касающиеся вопросов экспериментального и теоретического исследования, математического моделирования транспортных потоков.

Рассмотрены труды Лобанова Е.М., Михайлова А.Ю., Головных И.М., занимавшихся вопросами транспортного планирования го-

родов, проектирования улично-дорожной сети, определения технических параметров магистральных дорог, по которым движется пассажирский транспорт общего пользования.

Рассмотрены труды отечественных и зарубежных ученых, занимавшихся проектированием систем управления транспортными потоками: Иносэ Х., Хамада Т., Миллера, Брайловского Н.О., Грановского Б.И., Блинкина М.Я., Семенова В.В.. В частности. В этих трудах рассматривались вопросы светофорного регулирования на перекрестках, управления потоками на примыканиях второстепенных дорог к магистралям.

Рассмотрены вопросы транспортной телематики в монографиях Пржибыла П., Сви́тека М., Власова В.М., Постоли́та А.В., Ефименко Д.Б., в частности вопросы использования спутниковой навигации на автомобильном транспорте.

Такой широкий круг рассмотренных работ объясняется достаточной сложностью выбранной темы исследования, а также тем, что она находится на стыке транспортной телематики и других транспортных наук.

На основе анализа как достоинств, так и недостатков существующих методов оценки параметров транспортного потока, нами предложен новый метод их оценки, - по навигационным данным контролируемых транспортных средств транспорта общего пользования.

Важнейшими особенностями автоматизированных спутниковых навигационных систем управления пассажирскими перевозками городским пассажирским транспортом, как источников информации о движении контролируемых транспортных средств является передача в диспетчерский центр с высокой частотой навигационных данных о местоположении и скорости движения каждым контролируемым транспортным средством. При этом следует отметить, что статистической основой предложенного подхода является расчет времени проезда участков улично-дорожной сети автобусами, работающими на маршрутах городского пассажирского транспорта.

Положительными факторами использования рейсовых автобусов в качестве «плавающих в транспортном потоке источников информации» являются:

- регулярность, непрерывность по дням маршрутизированного движения транспорта общего пользования;
- продолжительность маршрутизированного движения, перекрывающая на основных

дорогах и магистралях основные периоды суток, включающие пиковые периоды движения автомобильного транспорта;

- высокая интенсивность движения транспорта общего пользования на основных дорогах города в пиковые периоды суток;
- полное покрытие маршрутной сетью основных улиц и дорог муниципальных образований, а также важнейших трасс межмуниципального сообщения.

В основе разработанной методики лежит выявленная в процессе проведенных теоретических и экспериментальных исследований достаточно жесткая статистическая связь между средней скоростью движения пассажирского транспорта и средней скоростью движения других участников движения в общем транспортном потоке, которая сохраняется при различных условиях движения, и может быть описана линейной регрессионной моделью вида:

$$Y = b_1 X + b_0 \quad (1)$$

где Y – средняя скорость движения транспортных средств, движущихся по одной из полос многополосной дороги за рассматриваемый период времени (как правило, один час или более); X – средняя скорость движения транспортных средств пассажирского транспорта общего пользования (автобусы), движущихся в общем транспортном потоке за рассматриваемый период времени.

Параметры модели определяются по результатам исследований и зависят от таких факторов, как класс дороги, число полос, условия движения (город, магистраль и т.д.).

Например, регрессионная модель, полученная по результатам проводимого специалистами НПП «Транснавигация» и МАДИ обследования шестиполосной магистральной городской дороги (г. Королев, проспект Космонавтов), описывающая связь между средней скоростью пассажирских транспортных средств и средней скоростью грузовых автомобилей, движущихся по правой полосе, имеет вид:

$$Y = 0,87 X \quad (2)$$

Данный подход предполагает получение аналогичных моделей для участников движения на каждой полосе многополосной дороги. При этом в первом приближении участники движения могут быть разбиты на группы:

- Автобусы – маршрутизированный транспорт общего пользования;
- Грузовые автомобили средней и большой грузоподъемности;

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СИСТЕМ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПАССАЖИРСКИМИ ПЕРЕВОЗКАМИ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ КРУПНОГО ГОРОДА

- Легковые автомобили и грузовые автомобили малой грузоподъемности.

Таким образом, для многополосной дороги должны быть построены для каждой полосы регрессионные модели, отражающие статистические зависимости средней скорости каждой выделенной группы транспортных средств от средней скорости автобусов

Средняя скорость автобусов на каждом участке дороги вычисляется по данным спутниковой навигации, получаемой автоматизированной спутниковой навигационной диспетчерской системой в процессе оперативного управления перевозками и «привязываемых» к участкам улично-дорожной сети с помощью ориентированного графа дорог, входящего в состав электронной карты местности в виде специального слоя транспортной карты.

Необходимо отметить, что указанные выше регрессионные модели построены для условий, когда автобусы двигаются в общем транспортном потоке без заезда на остановку. В реальности же автобус регулярно заезжает на остановку, что оказывает существенное влияние на его скорость движения. Поэтому были проведены специальные исследования и разработана методика исключения этого влияния на расчет средней (без остановки) скорости движения автобуса на соответствующем участке.

В зависимости от интенсивности движения автобусов расчет средней скорости движения автобусов по участкам дорог может проводиться за каждый час движения пассажирского транспорта или по двухчасовым периодам движения. Применение метода скользящей средней для расчета средней скорости движения пассажирских транспортных средств позволяет в режиме реального времени оценить фазовое состояние транспортного потока на каждом участке улично-дорожной сети, покрытой маршрутной сетью городского пассажирского транспорта.

Результаты расчетов средней скорости автобусов, а также средней скорости транспортного потока по участкам дорожной сети города за каждый часовой период можно представить в виде ячеек матрицы, где номер строки соответствует улице или дороге города, по которой движется городской пассажирский транспорт, а номер столбца соответствует номеру участка на данной улице. При этом матрицы строятся как для прямого, так и обратного направления движения транспорта. Участки, как правило, ограничены регули-

руемыми перекрестками, разветвлениями, слияниями дорог, другими элементами, меняющими характер движения транспортного потока. Рекомендуемая длина выделяемого для контроля участка улицы, дороги 400 - 800 метров.

Расчет средней скорости транспортных потоков за каждый часовой или двухчасовой период разбит на два шага:

Первый шаг: Расчет матриц средней скорости движения общественного транспорта (автобусов) на участках дорожной сети города по данным спутниковой навигации.

Второй шаг: На втором шаге проводится преобразование матриц средней скорости автобусов на участках дорожной сети в матрицы средней скорости транспортного.

Указанный подход был применен при внедрении пилотного проекта системы мониторинга скоростей транспортных потоков на участках улично-дорожной сети в ряде городов Московской области (Коломна, Раменское, Жуковский и др.), заказчиком которого являлось Министерство транспорта Московской области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аникеич А. А., Грибов А. Б., Сурин С. С. Сменно-суточное планирование работы грузовых автомобилей на ЭВМ. М. «Транспорт», 1976. 150 с.
2. Брайловский Н. О. Модель движения в плотном транспортном потоке. — В кн.: Некоторые вопросы исследования транспортных потоков. Вып. 1. М., ЦЭМИ АН СССР, 1969, с. 25—37.
3. Дрю Д. Теория транспортных потоков и управление ими. М., Транспорт, 1972 г., 424 с.
4. Сильянов В.В. М., «Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения». «Транспорт», 1977, 303 стр.
5. Кременец Ю.А., Печерский М.П.б Афанасьев М.Б. Технические средства организации дорожного движения. М., «Транспорт», 2005, 279 стр.
6. Don Levitt, Tom Moor Life in the FAST lane//Traffic Technology International Annual Review, 2005, pp. 22-25.
7. David McGuigan, John Paddington Taking Control// Traffic Technology International Annual Review, 2005, pp. 68-70.
8. Brian Harbord, Joanna White, Keith McCabe, Andy Riley, Steve Tarry Calmed and Controlled// Traffic Technology International Annual Review, 2007, pp. 100-105.
9. Miller A. Settings for fixed-cycle traffic signals // Operations. Research. 1964, vol. 14, № 4 pp. 373-386.
10. Bjorn Sabel Exchange and Smart// Traffic Technology International Annual Review, 2009, pp. 60-62.